

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年3月1日 (01.03.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/15291 A1

(51) 国際特許分類: H01S 3/10, H04J 14/02, H04B 10/04

川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社
内 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP99/04534

(22) 国際出願日: 1999年8月23日 (23.08.1999)

(74) 代理人: 石田 敬, 外 (ISHIDA, Takashi et al.); 〒
105-8423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37
森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(81) 指定国 (国内): JP, US.

(26) 国際公開の言語: 日本語

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通
株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒211-8588 神
奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa
(JP).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

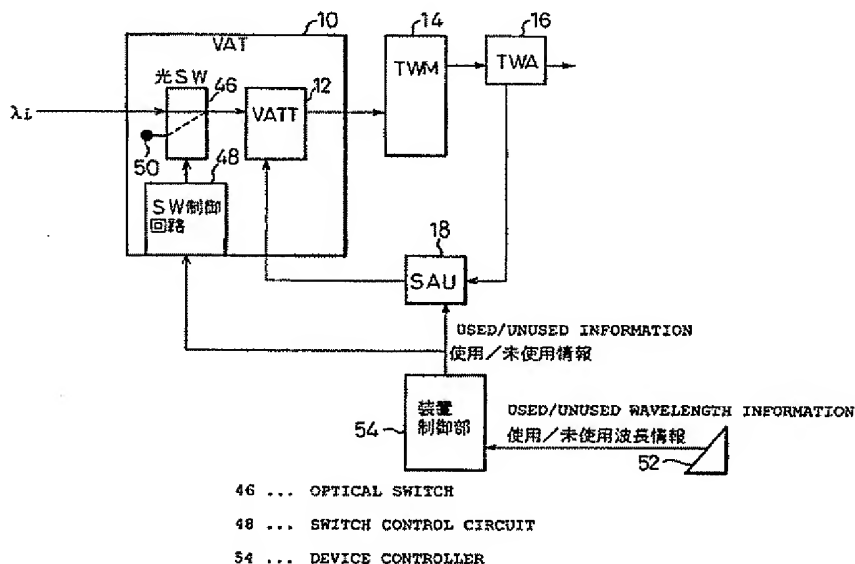
(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 川原井正繁
(KAWARAI, Masashige) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: WAVELENGTH MULTIPLEXER

(54) 発明の名称: 波長多重装置



46 ... OPTICAL SWITCH

48 ... SWITCH CONTROL CIRCUIT

54 ... DEVICE CONTROLLER

(57) Abstract: A wavelength multiplexer comprises a plurality of variable attenuators (12) for variably attenuating a plurality of optical signals of different wavelengths, an optical multiplexer (14) for combining optical outputs from the attenuators, and an optical amplifier (16) for amplifying the optical output from the optical multiplexer. To avoid the effects of the leakage light of unused wavelength on the optical amplification of wavelength in use, an optical switch (46) is provided before the variable attenuators, and sufficient attenuation of unused wavelength is secured by switching to an attenuator film.

[続葉有]

WO 01/15291 A1



(57) 要約:

波長の異なる複数の光信号を可変の減衰量でそれぞれ減衰させる複数の可変減衰器（12）と、複数の可変減衰器の光出力を合波する光合波器（14）と、光合波器の光出力を光増幅する光増幅器（16）とを有する波長多重装置において、未使用波長からの漏れ光が使用波長の光増幅に影響を及ぼすことを防止するため、可変減衰器の前段に光スイッチ（46）を設け、未使用波長については減衰膜側に光スイッチを切り換えることにより、十分な減衰量を確保する。

明 細 書

波長多重装置

技術分野

本発明は、波長の異なる複数の光信号を合波して光増幅する波長多重(WDM: Wevelength Division Multiplexing)装置に関する。WDM装置には、波長の異なる複数の狭帯域の光信号が入力され、それらを合波して光増幅する非トランスポンダ型と、その前段に、波長が等しい複数の広帯域の光信号を波長の異なる複数の狭帯域の光信号にそれぞれ変換する複数のトランスポンダを有するトランスポンダ型とがある。本発明はそれら双方のタイプのWDM装置に言及する。

背景技術

従来の非トランスポンダ型WDM装置は、波長の異なる複数の光信号を可変の減衰比でそれぞれ減衰させる複数の可変減衰器と、それらの光出力を合波する光合波器と、その光出力を光増幅する光増幅器とを有している。スペクトラムアナライザユニットにより、出力光のスペクトルが測定され、その結果に応じて個々の可変減衰器が制御されて、各波長の出力レベルのばらつき(チルト)が抑制される。また、スペクトルの測定結果から、許容値以上の波長ずれが検出されたら、その波長に対する減衰量が最大に設定されて隣接波長への影響が阻止される。トランスポンダ型のWDM装置では、前述の可変減衰器の前段に、同一波長の複数の光信号を波長の相異なる複数の光信号に変換する複数のトランスポンダが設けられる。従来の非トランスポンダ型WDM装置およびトランスポンダ型WDM装置につ

いては、後に図面を参照して詳細に説明する。

ところで、前述の複数の波長の一部が未使用である場合、すなわち、無変調の光が入力される場合、未使用波長については十分に（約50dB程度まで）減衰させて、他の使用中の波長の光増幅に影響が出ないようにする必要がある。ところが、前述の従来の WDM装置では、光減衰器の減衰量は最大でも約20dB程度であるから、未使用波長からの漏れ光も使用中の光信号とともに光増幅される。そのため、使用中の光信号の光パワーが劣化し、主信号エラーに至る可能性があるという問題がある。これは特に、使用波長数が少ないときに顕著である。

従来の WDM装置の第2の問題は、出力光における各波長の精度の問題である。前述したように、従来でもスペクトラムアナライザにより各波長の波長のずれが監視され、許容値以上の波長のずれが検出された波長に対して減衰量が最大に設定されて、隣接波長への影響が出ないようにされている。しかしながら、スペクトラムアナライザは波長の分解能が悪く精度の良い測定ができないという問題がある。また、波長の掃引を行なっているので波長のずれが発生してからそれが検出されるまでに数十秒程度の時間を要し、それまでに隣接波長にエラーが発生する可能性があるという問題がある。

発明の開示

したがって本発明の第1の目的は、未使用波長からの漏れ光の影響のない WDM装置を提供することにある。

本発明の第2の目的は、波長のずれを精度良く迅速に検出して対処することのできる WDM装置を提供することにある。

前述の第1の目的は、波長の異なる複数の光信号がそれぞれ入力され、入力された光信号を可変の減衰量でそれぞれ減衰させる複数

の可変減衰器と、該複数の可変減衰器の光出力を合波する光合波器と、該光合波器の光出力を光増幅する光増幅器と、該光増幅器の光出力のスペクトルを測定し、測定結果に応じて各波長の光パワーレベルが所定値になるように前記複数の可変減衰器の各々を制御する信号を出力するスペクトラムアナライザユニットと、前記複数の光信号のうち未使用の波長の光信号の入力を遮断する光遮断手段を具備する本発明の波長多重装置により達成される。

前述の第2の目的は、同一の波長の複数の光信号を波長の異なる複数の光信号にそれぞれ変換する複数のトランスポンダと、該波長の異なる複数の光信号がそれぞれ入力され、入力された光信号を可変の減衰量でそれぞれ減衰させる複数の可変減衰器と、該複数の可変減衰器の光出力を合波する光合波器と、該光合波器の光出力を光増幅する光増幅器と、前記トランスポンダと前記可変減衰器の間に設けられ、各光信号の波長のずれを監視する波長監視器と、該波長監視器により所定値以上の波長のずれが検出された光信号に対応する光減衰器の減衰量を最大に設定する制御器とを具備する本発明の波長多重装置により達成される。

図面の簡単な説明

- 図1は従来の非トランスポンダ型 WDM装置のブロック図；
- 図2は従来のトランスポンダ型 WDM装置のブロック図；
- 図3はトランスポンダの詳細を示すブロック図；
- 図4は光可変減衰器の一例を示す図；
- 図5は図4の光可変減衰器における電流と減衰量の関係を示すグラフ；
- 図6は波長ロックの詳細を示すブロック図；
- 図7 Aおよび図7 Bは波長ロックの動作を説明する図；

図 8 は本発明の第 1 の実施例を示すブロック図；
図 9 は本発明の第 2 の実施例を示すブロック図；
図 10 はシャットダウン制御の一例を示す図；および
図 11 は本発明の第 3 の実施例を示すブロック図；である。

発明を実施するための最良の形態

本発明を説明する前に、従来の WDM 装置を図面を参照して説明する。

図 1 は従来の非トランスポンダ型の WDM 装置の構成を示す。光可変減衰部 (VAT: Variable Attenuation Section) 10 は n 個の光可変減衰器 (VATT: Variable Attenuator) 12 を有する。光可変減衰器 12 にはそれぞれ相異なる波長 $\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_n$ の光信号が入力される。光可変減衰部 12 の出力は送信側光合成部 (TWM: Trans. Wave Multiplexer) 14 において合波され、送信側光増幅部 (TWA: Trans. Wave Amplifier) 16 において光増幅される。スペクトラムアナライザユニット (SAU) 18 は TWA 16 の光出力のスペクトルを測定し、各波長の光パワーレベルが所定値になるように各 VATT 12 を制御する信号を出力する。さらに、許容値以上の波長ずれが検出されたら、対応する VATT 12 の減衰量を最大に設定する。

図 2 は従来のトランスポンダ型の WDM 装置の構成を示す。図 1 と同一の構成要素については同一の参照番号を付してその説明を省略する。トランスポンダ型の WDM 装置では、VAT 10 の前段に、同一の波長 λ_n で比較的広帯域の n 個の光信号を相異なる波長 $\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_n$ で狭帯域の n 個の光信号にそれぞれ変換する n 個のトランスポンダ (TP) 20 が設けられる。

図 3 は TP 20 の詳細を示す。波長 λ_n の入力光信号は光電気変換器 22 で、一旦、電気信号に変換された後、狭帯域電気光変換器 (狭帯

域レーザダイオード) 24で波長 λ_1 の光信号へ再度変換される。レーザダイオードは温度が変われば発振周波数が変わる性質を有しているので、ペルチェ素子28で加熱または冷却することにより光出力の波長が制御される。波長ロック26は光出力の波長を監視し、それに応じた制御電流をペルチェ素子28に与えて光出力の波長を所定値にロックする。

図4はVATTの一例としてのファラデー回転子を使った光可変減衰器を示す。図4において、入力された光はファラデー回転子30および偏光板32を経て出力される。電磁石34によりファラデー回転子30の光軸方向に磁場が印加される。電磁石34に流す電流を変えることによりファラデー回転子30の光軸方向の磁場の強さが変わり、それによってファラデー回転子を透過する光の偏波面が回転する。偏光板32へ入射する光の偏波面と偏光板32の偏向軸とが一致すると偏光板32を透過する光出力は最大となり、直交するとき最少となる。

図5は図4の光可変減衰器における電流と減衰量の関係を示す。図からわかるように、図4のタイプの光可変減衰器の減衰量は最大でも20dBである。

図6は図3のトランスポンダに含まれる波長ロック26の詳細を示す。図6において、入力された光の一部が分岐されて光フィルタ36, 38を経てそれらの透過光がフォトダイオード40, 42で検出され、検出結果が演算部44へ与えられる。

光フィルタ36および38は、所望の波長 f_0 に対してそれぞれ $f_0 - \text{数}10\text{ppm}$ (図7A, 7Bにおいて“A”で示す)および $f_0 + \text{数}10\text{ppm}$ (図7A, 7Bにおいて“B”で示す)を中心とする波長特性を有する。信号光の波長が所望の波長 f_0 に一致するとき、図7Aに示すように、フィルタ36, 38の透過波長A, Bにおける光強度は等しいので、フィルタ36を透過後の光パワー a とフィルタ38を透過後

の光パワー b は等しくなり、 $a - b = 0$ となる。一方、信号光の波長が f 。よりも短かいとき、図 7 B に示すように、 $a > b$ となるので $a - b > 0$ となる。同様に、光信号の波長が f 。よりも長いとき、 $a < b$ となって $a - b < 0$ となる。 $a - b$ の値に従ってペルチェ素子 28 の電流を制御することにより、信号光の波長を f 。にロックさせることができる。

図 8 は本発明の第 1 の実施例に係る WDM 装置の構成を示す。図 1 と同一の構成要素については同一の参照番号を付してその説明を省略する。なお、図 8 には、波長 $\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_n$ のための複数の VATT のうち、 λ_1 に関する VATT12 のみが示されている。

図 8 に示された実施例において、VATT12 の前段には、光スイッチ 46 が設けられる。光スイッチ 46 は SW 制御回路 48 の制御により波長 λ_1 の光信号入力および減衰膜 50 のいずれかを選択して VATT12 に結合する。光スイッチ 46 が減衰膜 50 を選択したとき 50dB 以上の減衰量が得られる。保守コンソール 52 からは各波長について使用するか否かの設定が行なわれる。装置制御部 54 は保守コンソール 52 から入力された使用／未使用情報を SAU18 およびスイッチ制御回路 48 へ通知する。SAU18 は未使用に設定されている波長に関連する VATT12 の減衰量を最大に設定する。SW 制御回路 48 は、当該波長が未使用に設定されているとき、光スイッチ 46 に減衰膜を選択させる。これによって、未使用波長については 50dB 以上の減衰量が確保される。

光スイッチ 46 としては、機械的に光路を切り換える機械スイッチや温度により導波路を切り換える温度制御型光スイッチが使用可能である。

図 8 の実施例は非トランスポンダ型 WDM 装置について説明したが、その前段にトランスポンダを有するトランスポンダ型 WDM 装置にも適用可能であるのは勿論である。

図9は本発明の第2の実施例を示す。図9のWDM装置では、図8の光スイッチ46の代わりに、トランスポンダ20内の狭帯域E/O24をシャットダウンさせるシャットダウン制御回路56が設けられている。装置制御部54から未使用の通知を受けた波長については、シャットダウン制御回路56により狭帯域E/O24をシャットダウンすることにより50dB以上の減衰量を確保する。

図10は狭帯域E/O24のシャットダウン制御の一例を示す。O/E22において再生されたデータおよびクロックのうち、クロックについてはANDゲート58を介して狭帯域E/O24へ与えられる。シャットダウン信号によりANDゲート58を閉じることによりクロックを停止し、狭帯域E/O24をシャットダウンする。

図11は本発明の第3の実施例に係り、波長ずれを精度良く迅速に検出して対処することのできるWDM装置を示す。

SAU18は、前述したように、出力光のスペクトルを監視し、波長のずれが検出されたらその波長に対してVATT12の減衰量を最大にする。波長ずれを精度良く迅速に検出するため、本発明の第3の実施例では、上記の制御に加えて、波長ロッカ26において行なわれる波長ずれの検出が利用される。すなわち、図6、図7Aおよび図7Bを参照して説明したように、光フィルタ36および38の透過光の光パワーの差 $a - b$ の絶対値は波長ずれの程度を表わしている。装置制御部60はこの値を波長ロッカ26から受け取り、この値が所定値を超えたとき波長ずれが許容値を超えたと判断して、当該VATT12の減衰量を最大にするようにSAU18へ指令する。

請 求 の 範 囲

1. 波長の異なる複数の光信号がそれぞれ入力され、入力された光信号を可変の減衰量でそれぞれ減衰させる複数の可変減衰器と、
該複数の可変減衰器の光出力を合波する光合波器と、
該光合波器の光出力を光増幅する光増幅器と、

該光増幅器の光出力のスペクトルを測定し、測定結果に応じて各波長の光パワーレベルが所定値になるように前記複数の可変減衰器の各々を制御する信号を出力するスペクトラムアナライザユニットと、

前記複数の光信号のうち未使用の波長の光信号の入力を遮断する光遮断手段を具備する波長多重装置。

2. 前記光遮断手段は、前記可変減衰器の入力に設けられた光スイッチを含む請求項1記載の波長多重装置。

3. 同一の波長の複数の光信号を複数の電気信号にそれぞれ変換する複数の光電気変換器と、該複数の電気信号を前記波長の異なる複数の光信号にそれぞれ変換する複数の電気光変換器とを含むトランスポンダをさらに具備し、

前記光遮断手段は、該複数の電気光変換器を選択的にシャットダウンするシャットダウン制御回路を含む請求項1記載の波長多重装置。

4. 同一の波長の複数の光信号を波長の異なる複数の光信号にそれぞれ変換する複数のトランスポンダと、

該波長の異なる複数の光信号がそれぞれ入力され、入力された光信号を可変の減衰量でそれぞれ減衰させる複数の可変減衰器と、

該複数の可変減衰器の光出力を合波する光合波器と、

該光合波器の光出力を光増幅する光増幅器と、

前記トランスポンダと前記可変減衰器の間に設けられ、各光信号の波長のずれを監視する波長監視器と、

該波長監視器により所定値以上の波長のずれが検出された光信号に対応する光減衰器の減衰量を最大に設定する制御器とを具備する波長多重装置。

Fig.1

従来技術

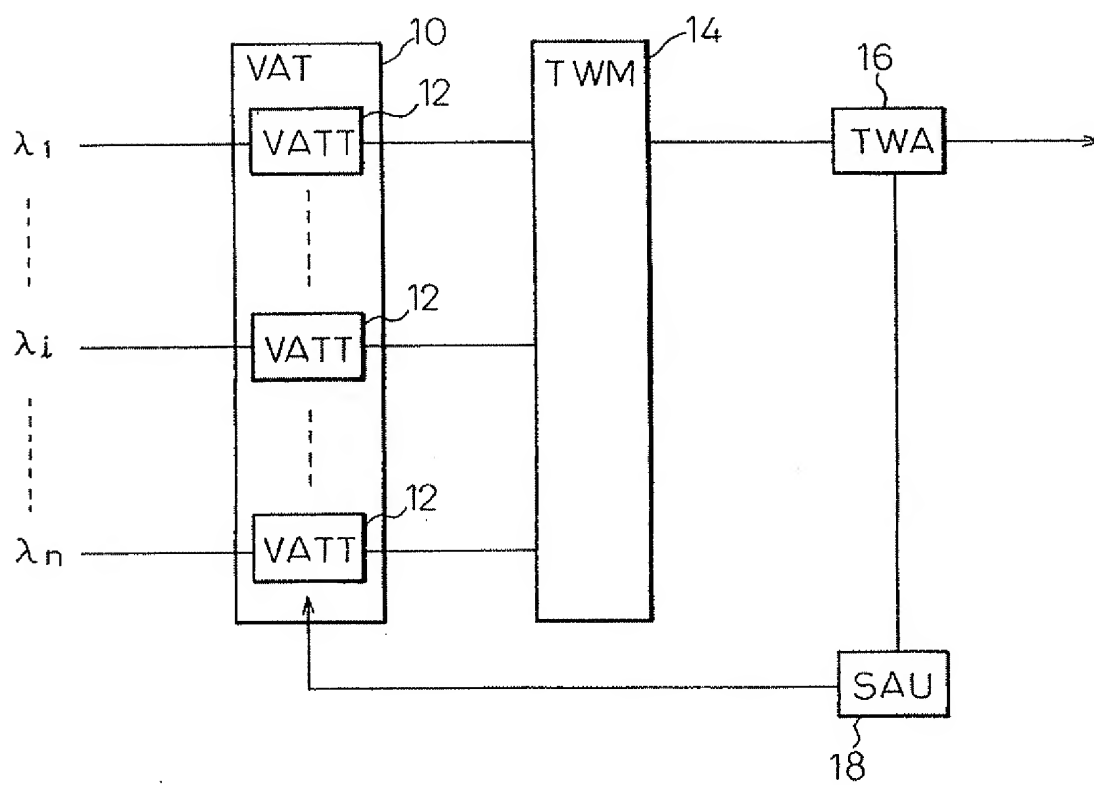


Fig. 2

従来技術

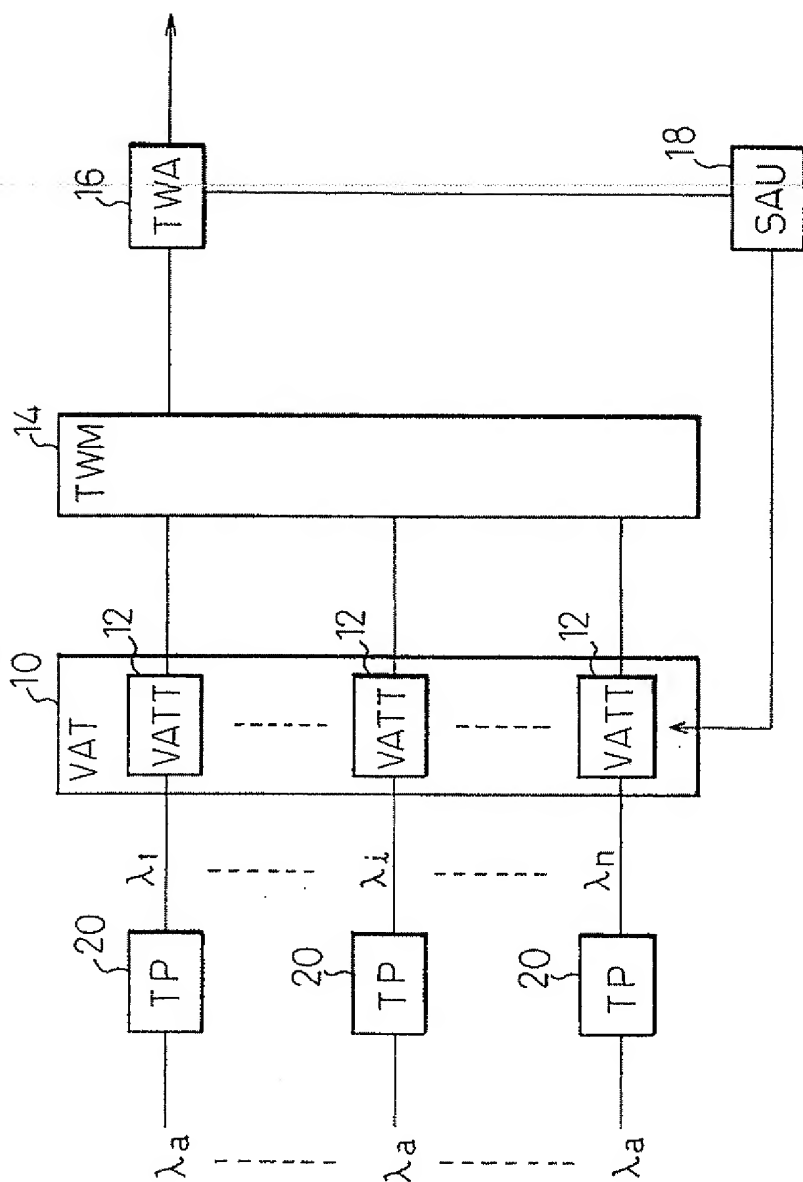


Fig. 3

従来技術

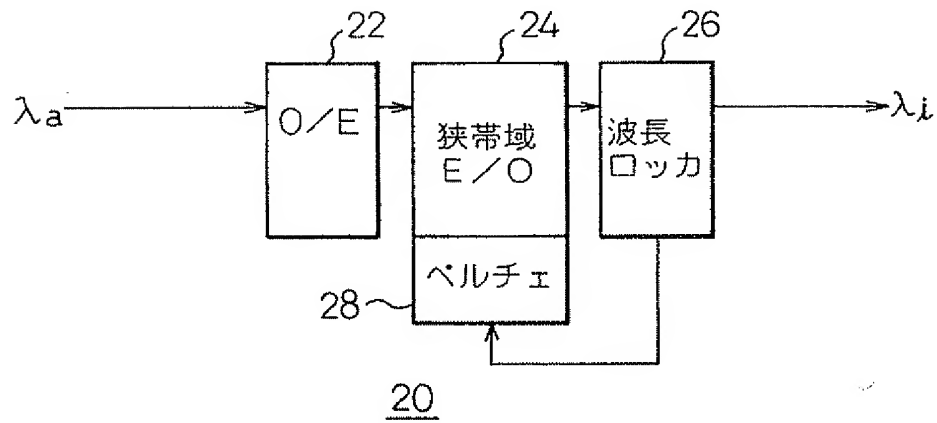


Fig. 4

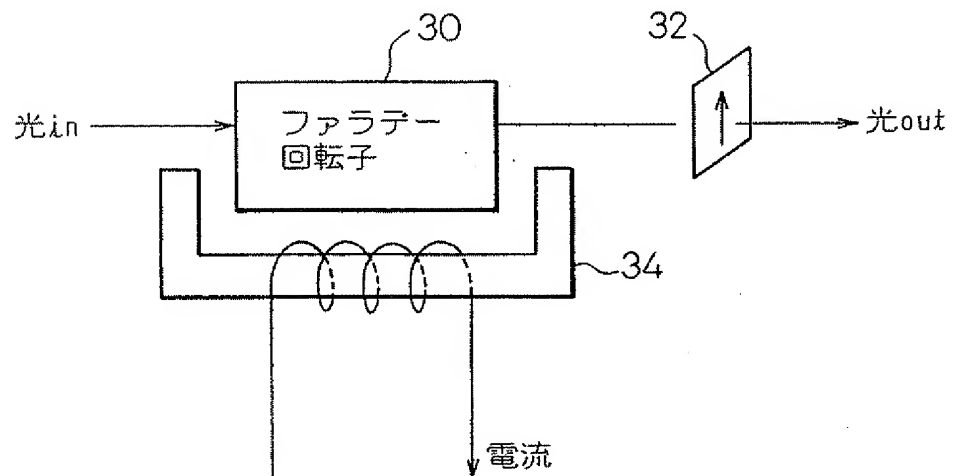


Fig.5

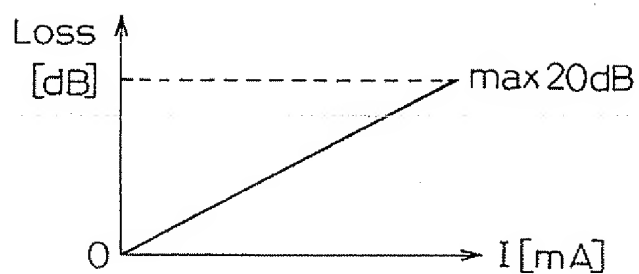


Fig.6

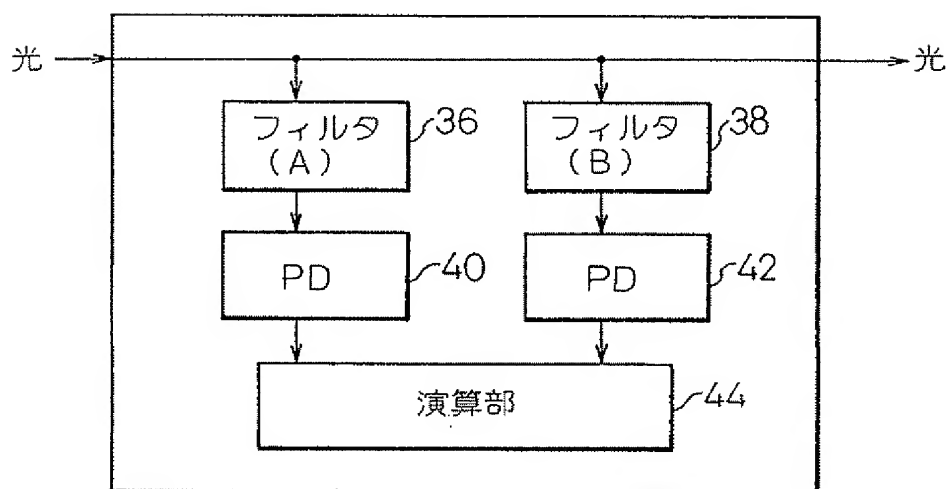


Fig. 7A

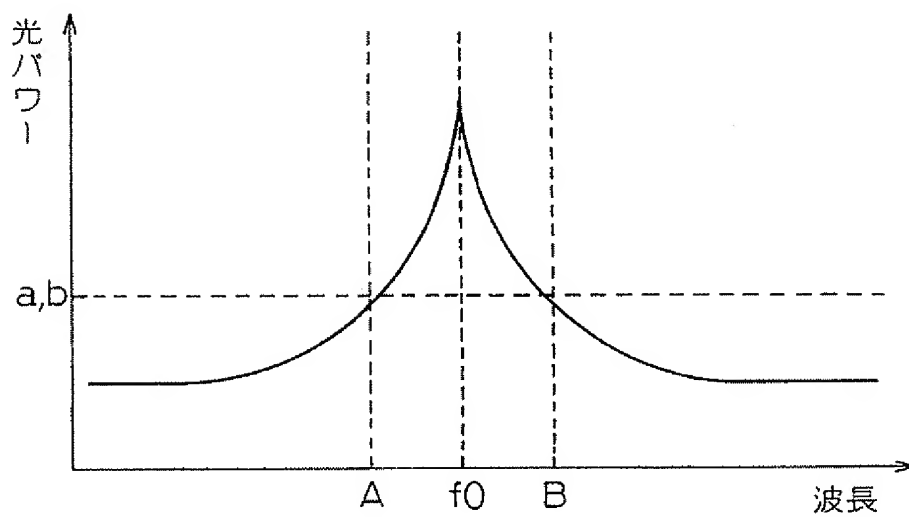


Fig. 7B

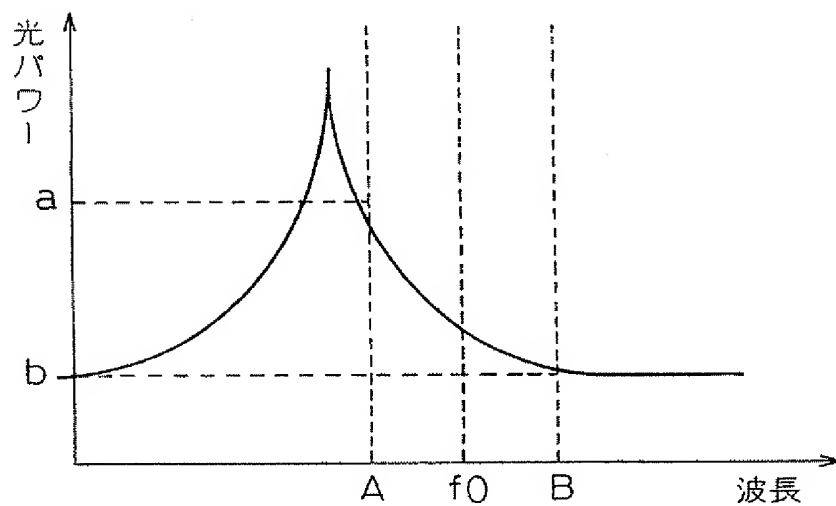


Fig.8

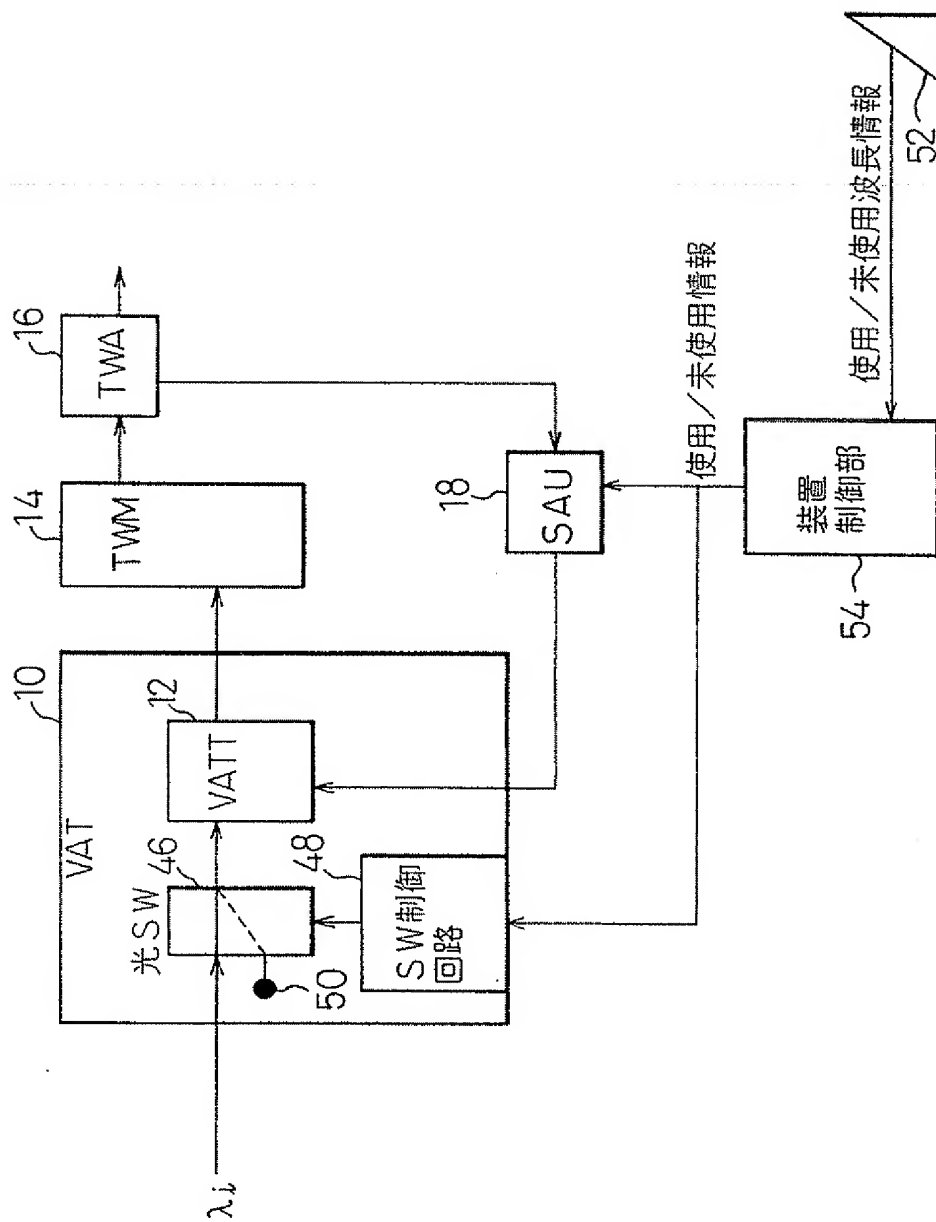


Fig.9

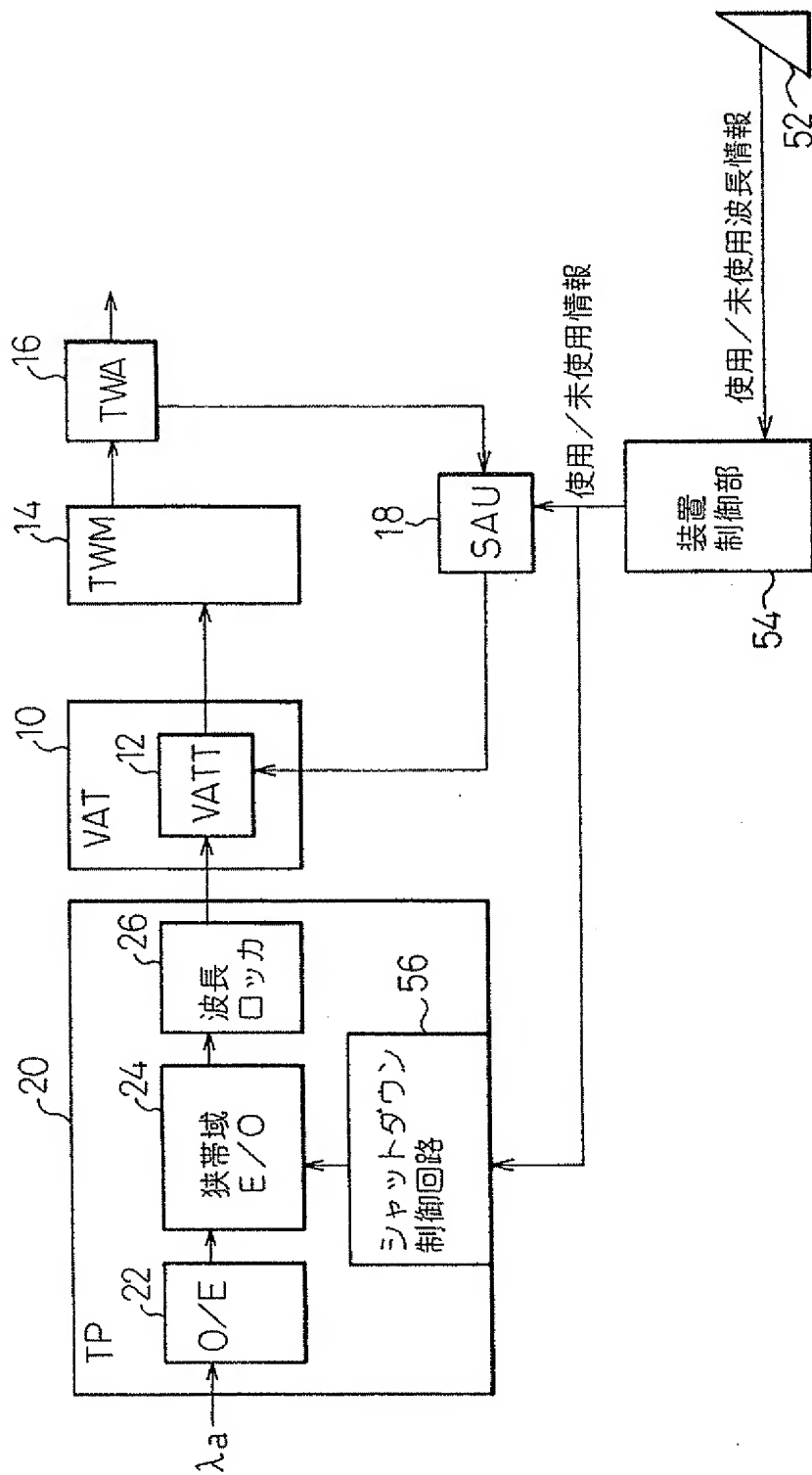


Fig.10

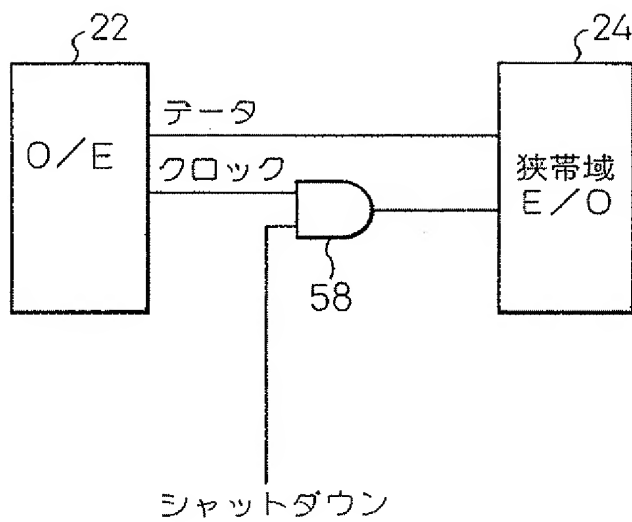
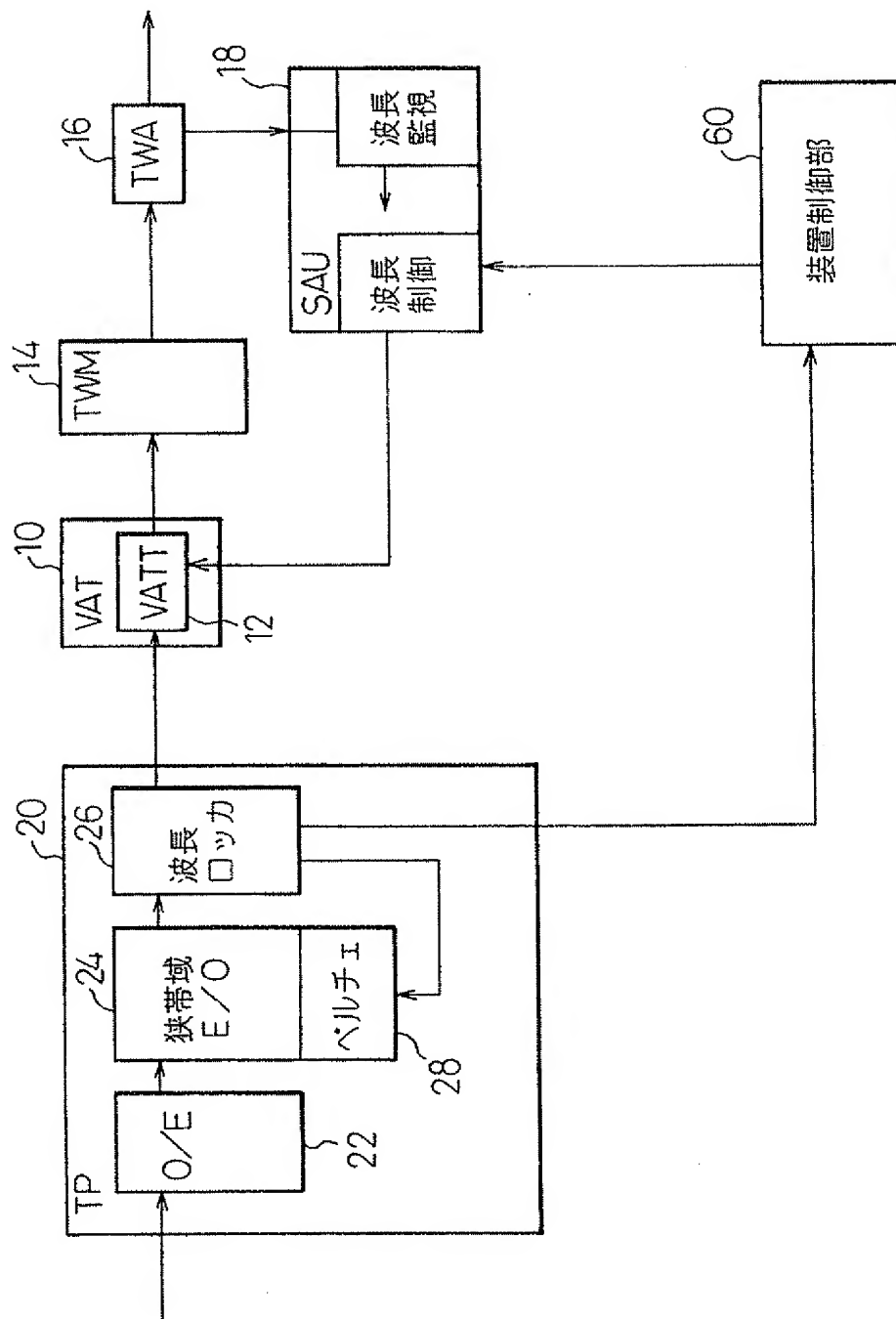


Fig.11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04534

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁶ H01S3/10, H04J14/02, H04B10/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁶ H01S3/10, H04J14/02, H04B10/00-10/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 7-30520, A (NEC Corporation), 31 January, 1995 (31.01.95), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-4
Y	JP, 9-261205, A (Fujitsu Limited), 03 October, 1997 (03.10.97), Full text; Fig. 9 (Family: none)	1-4
Y	JP, 10-210008, A (NEC Corporation), 07 August, 1997 (07.08.97), Full text; Figs. 1 to 4 & EP, 877502, A	3, 4
Y	JP, 8-293853, A (Hitachi, Ltd.), 05 November, 1996 (05.11.96), Full text; Fig. 3 (Family: none)	4
Y	JP, 6-188517, A (Fujitsu Limited), 08 July, 1994 (08.07.94), Par. No. [0025]; Fig. 1 (Family: none)	2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 November, 1999 (16.11.99)Date of mailing of the international search report
30 November, 1999 (30.11.99)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04534

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 11-196068, A (NEC Corporation), 21 July, 1999 (21.07.99), Par. No. [0025]-[0026]; Fig. 3 (Family: none)	1-4
Y	JP, 5-136735, A (Toshiba Corporation), 01 June, 1993 (01.06.93), Par. No. [0032]; Fig. 4 (Family: none)	1-4
Y	JP, 11-126940, A (Hitachi, Ltd.), 11 May, 1999 (11.05.99), Par. No. [0025]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-4
Y	JP, 4-44431, A (Toshiba Corporation), 14 February, 1992 (14.02.92), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-4
Y	JP, 11-205289, A (NEC Corporation), 30 July, 1999 (30.07.99), Full text; Figs. 1 to 3 & GB, 2334169, A	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁶ H01S3/10, H04J14/02, H04B10/04			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl ⁶ H01S3/10, H04J14/02, H04B10/00-10/28			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1999年 日本国登録実用新案公報 1994-1999年 日本国実用新案登録公報 1996-1999年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	JP, 7-30520, A (日本電気株式会社) 31. 1月. 1995 (31. 01. 95) 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-4	
Y	JP, 9-261205, A (富士通株式会社) 3. 10月. 1997 (03. 10. 97) 全文, 第9図 (ファミリーなし)	1-4	
Y	JP, 10-210008, A (日本電気株式会社) 7. 8月. 1998 (07. 08. 97) 全文, 第1-4図 & EP, 877502, A	3, 4	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 16. 11. 99		国際調査報告の発送日 30.11.99	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 河原 正 印	2K 9017
		電話番号 03-3581-1101 内線 3255	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 8-293853, A (株式会社日立製作所) 5. 11月. 1996 (05. 11. 96) 全文, 第3図 (ファミリーなし)	4
Y	J P, 6-188517, A (富士通株式会社) 8. 7月. 199 4 (08. 07. 94) 段落番号【0025】, 第1図 (ファミリーなし)	2
Y	J P, 11-196068, A (日本電気株式会社) 21. 7月. 1999 (21. 07. 99) 段落番号【0025】-【0026】, 第3図 (ファミリーなし)	1-4
Y	J P, 5-136735, A (株式会社東芝) 1. 6月. 1993 (01. 06. 93) 段落番号【0032】, 第4図 (ファミリーなし)	1-4
Y	J P, 11-126940, A (株式会社日立製作所) 11. 5 月. 1999 (11. 05. 99) 段落番号【0025】, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-4
Y	J P, 4-44431, A (株式会社東芝) 14. 2月. 1992 (14. 02. 92) 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-4
Y	J P, 11-205289, A (日本電気株式会社) 30. 7月. 1999 (30. 07. 99) 全文, 第1-3図 & GB, 2334169, A	1-4